



Lavenergihuset i Sisimiut

Årsrapport for Lavenergihusets ydeevne juli 2006 til juni 2007

Rode, Carsten; Borchersen, Egil; Fan, Jianhua; Furbo, Simon; Kragh, Jesper

Publication date:
2007

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Rode, C., Borchersen, E., Fan, J., Furbo, S., & Kragh, J. (2007). *Lavenergihuset i Sisimiut: Årsrapport for Lavenergihusets ydeevne juli 2006 til juni 2007*. BYG Sagsrapport No. SR 07-10

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LAVENERGIHUSET I SISIMIUT

Årsrapport for lavenergihusets ydeevne
Juli 2006 til Juni 2007



Rapport SR 07-10
BYG·DTU
November 2007

Lavenergihuset i Sisimiut

Carsten Rode

Egil Borchersen

Jianhua Fan

Simon Furbo

Jesper Kragh

Forord

Nærværende Årsrapport 2 for lavenergihuset i Sisimiut indeholder databehandling af målingerne opsamlet fra 1. juli 2006 til 30. juni 2007. Rapporten er i layout og opbygning identisk med ”Årsrapport for lavenergihusets ydeevne juli 2005 til juni 2006”, der behandlede første års målinger. Rapporten indledes med et kort beskrivelse af dels lavenergihuset og dels den reference simulering der benyttes til vurdering/sammenligning af det forventede årlige varmeforbrug.

November 2007
Danmarks Tekniske Universitet
CVR-nr: 63 39 30 10

Indhold

1 INDLEDNING	7
1.1 NØGLEDATA FOR LAVENERGIHUSET	7
1.2 GRUNDPLAN OG TVÆRSNIT	8
1.3 SIMULERET ENERGIFORBRUG TIL RUMVARME	9
1.4 MÅLSÆTNING FOR ENERGIFORBRUG TIL RUMVARME	10
2 OVERSIGT OVER MÅLINGER	11
3 PRÆSENTATION AF MÅLINGER.....	12
3.1 INDETEMPERATUR	12
3.2 UDETEMPERATUREN OG GRADTIMETAL	13
3.3 OLIEFORBRUG	15
3.4 VARMEFORBRUG	16
3.5 VARMTVANDSFORBRUG	18
3.6 SOLINDSTRÅLING	19
3.7 SOLVARME	21
3.8 ELFORBRUG.....	22
3.9 VENTILATION	23
4 HUSETS ENERGIBALANCE OG VARMETABSKOEFFICIENT	25
5 KOMMENTARER TIL LAVENERGIHUSETS YDEEVNE ÅR 2	26
6 LAVENERGIHUSETS TEKNISKE DAGBOG	28
7 REFERENCER.....	29

1 Indledning

BYG-DTU repræsenteret ved Center for Arktisk teknologi, Danmarks Tekniske Universitet, fik i 2001 en donation på 5 millioner kroner til opførelse af et lavenergihus i Sisimiut i Grønland.

Lavenergihuset blev tegnet af Erik Møllers tegnestue med deltagelse af et forskerteam fra Danmarks Tekniske Universitet. I Grønland blev huset projekteret af Rambøll A/S og opført af Arctic Sanasut ApS.

Lavenergihuset er opbygget som et dobbelthus på 197 m² bestående af to ens lejligheder adskilt af en fælles midtersektion med vindfang og teknikrum/bryggers. Den ene af lejlighederne anvendes som almindelig bolig beboet af en typisk grønlandsk familie og den anden som udstilling til for interesserede besøgende.

Beboerne flyttede ind i februar 2005 og i april 2005 blev lavenergihuset officielt indviet.

1.1 Nøgledata for lavenergihuset

Husets nettoareal: 197 m²
Antal beboere : 2 voksne og 3 børn

Konstruktioner

Tabel 1 U-værdier for konstruktioner

Konstruktion	Isoleringstykkelse [mm]	U-værdi [W/m ² K]
Gulv	350	0,14
Væg	300	0,15
Tag/loft	350	0,13
Vinduer	-	1,0 – 1,1

Ventilation

Varmegenvinding med eftervarmefflade

Modstrømsvarmevekslere (to stk. i serie med afrimningsfunktion)

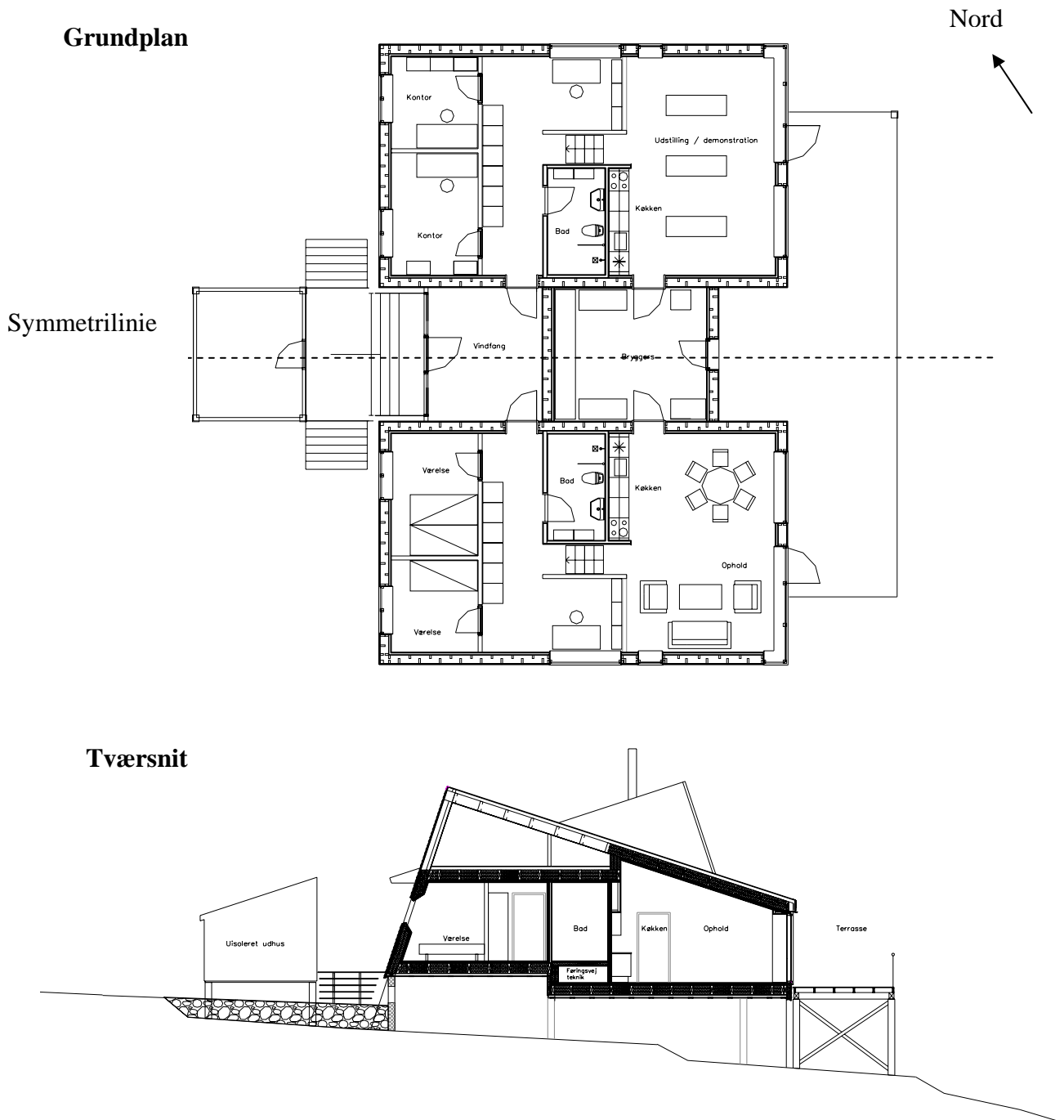
Temperatureffektivitet (forventet ca. 80%)

Solvarme

Solfangerareal: 8,1 m²
Solfangerhældning: 70°
Solfangerorientering: Kompasretning -56° (Syd = 0°, negativ mod øst)
Solvarmebeholder: 257 liter

1.2 Grundplan og tværsnit

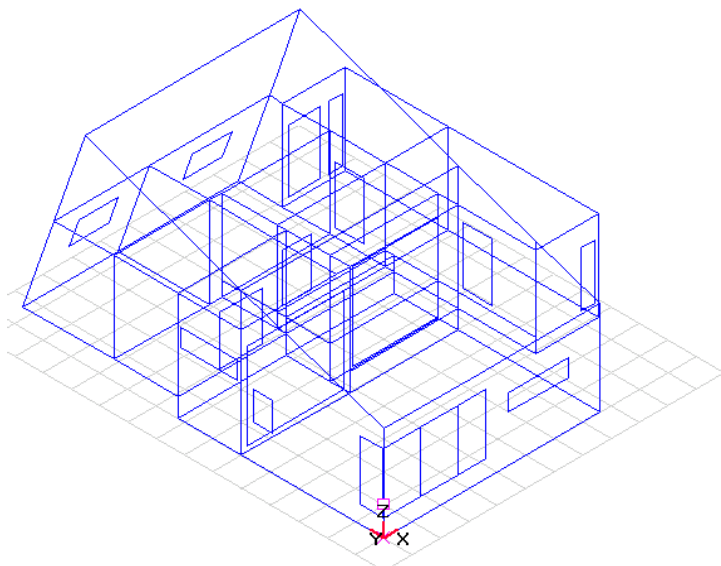
Figur 1 viser lavenergihusets grundplan og et tværsnit gennem en af lejlighederne. Huset er symmetrisk omkring symmetrilinien.



Figur 1 Lavenergihusets grundplan og tværsnit. Huset er et dobbelthus opdelt i en halvdel for traditionel beboelse og en halvdel til fremvisning for besøgende.

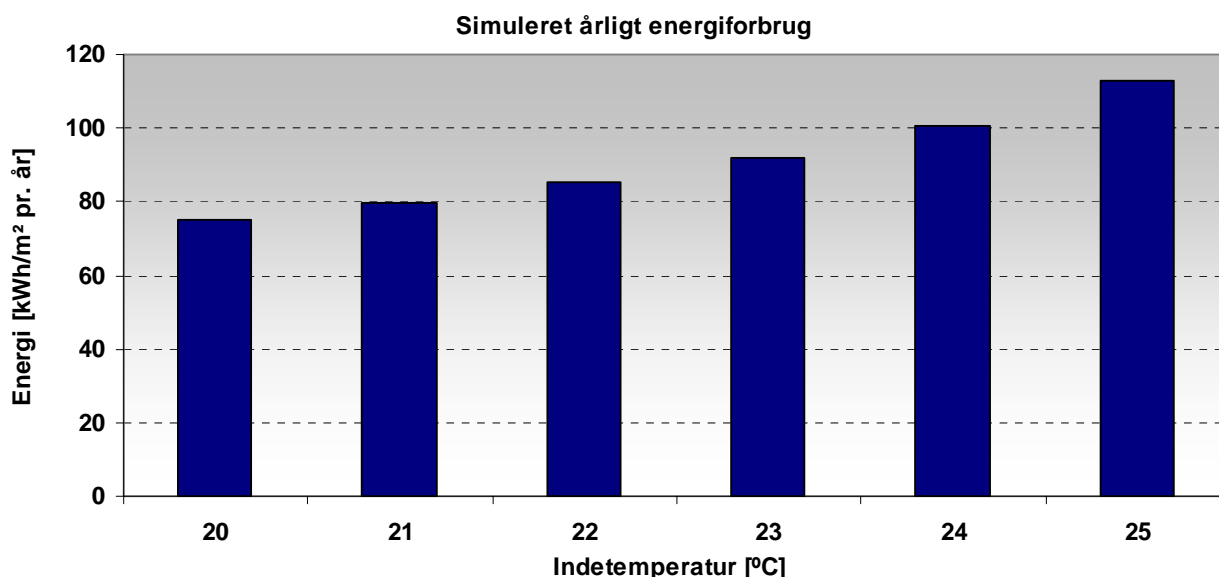
1.3 Simuleret energiforbrug til rumvarme

En simuleringsmodel af halvdelen af lavenergihuset er opbygget i Bsim2002. Til simuleringen af udetemperaturen er benyttet et reference vejrdataår for Sisimiut. Figur 2 viser simuleringsmodellen fra Bsim2002. Simuleringsmodellen er beskrevet i detaljer i /1/.



Figur 2 Simuleringsmodel fra BSim2002

På Figur 3 ses det årlige simulerede energiforbrug til rumvarme pr. m² som funktion af indetemperaturen.



Figur 3 Simuleret årligt energiforbrug til rumvarme som funktion af indetemperaturen

Det ses at indtemperaturens størrelse har en afgørende indflydelse på energiforbruget til rumvarme. Det er derfor nødvendigt at kende denne, når det skal vurderes om lavenergihuset lever op til målsætningen mht. energiforbrug til opvarmning.

1.4 Målsætning for energiforbrug til rumvarme

Energirammekravet i det grønlandske bygningsreglement er for et etplanshus bygget nord for polar-cirklen 830 MJ/m^2 svarende til ca. 230 kWh/m^2 . Energirammen er fastlagt ud fra antagelser om at ventilation med varmegenvinding endnu ikke kan indføres som krav, idet erfaringerne med varmegenvinding under arktiske forhold er meget få. Et standard grønlandsk enfamiliehus vil typisk kunne reducere ventilationstabet med 50% ved anvendelse af ventilation med varmegenvinding. Indføres krav om ventilation med varmegenvinding vil energirammen kunne reduceres til fx 160 kWh/m^2 .

Et lavenergihus er historisk set defineret ved et varmebehov der maks. er 50 % af kravet i bygningsreglementet. Da lavenergihuset i Sisimiut ydermere udføres med et ventilationssystem med en optimeret varmegenvindingsenhed blev målsætningen således fastsat til et varmebehov på maks. 80 kWh/m^2 .

Sammenlignes med de danske energirammekrav svarer målsætningen til et lavenergiklasse 2 hus i det danske bygningsreglement¹.

¹ Sammenligningen er foretaget ved at korrigere for antallet af gradtimer. Den danske og grønlandske energiramme beregning adskiller sig desuden også mht. energiforbrug til varmt brugsvand. Dette er indeholdt i den danske energiramme og denne er derfor korrigeret med et typisk forbrug på $15\text{-}20 \text{ kWh/m}^2$ for boliger.

2 Oversigt over målinger

Der logges alle større energistrømme i lavenergihuset. Nogle af disse målinger kan ses online på: <http://www.energyguard.dk> (Brugernavn: DTU, Password: Sisimiut).

En oversigt over målingerne ses nedenfor:

Olie

- Totalt olieforbrug

Varmeforbrug

- Gulvvarme
- Eftervarmeflade ventilation
- Varmtvandsforbrug

Elforbrug

- Elforbrug beboelse 1
- Elforbrug beboelse/demonstrationsdel
- Elforbrug teknikrum mm.
- Elforbrug til elpanel i isoleret VEX kasse

Solvarme

- Overført solvarme til solvarmebeholder
- Overført solvarme til rumopvarmning

Separate målinger

Udover ovenstående målinger foretages følgende supplerende målinger

Ventilation

- | | |
|------------------------------------|---|
| ▪ Volumenstrøm afkast | (Keepfocus loggersystemet samt HOBO datalogger) |
| ▪ Volumenstrøm indblæsning | (HOBO datalogger) |
| ▪ Temperatur afkast før VEX | (HOBO datalogger) |
| ▪ Temperatur afkast efter VEX | (HOBO datalogger) |
| ▪ Temperatur indblæsning før VEX | (HOBO datalogger) |
| ▪ Temperatur indblæsning efter VEX | (HOBO datalogger) |

Indeklima

- | | |
|---------------------------------------|------------------------|
| ▪ Indetemperatur | (HOBO datalogger) |
| ▪ Luftfugtighed | (HOBO datalogger) |
| ▪ Temperatur og fugt i konstruktioner | (Sensirion datalogger) |

Eksterne målinger

Udeklimaet (Sisimiut)

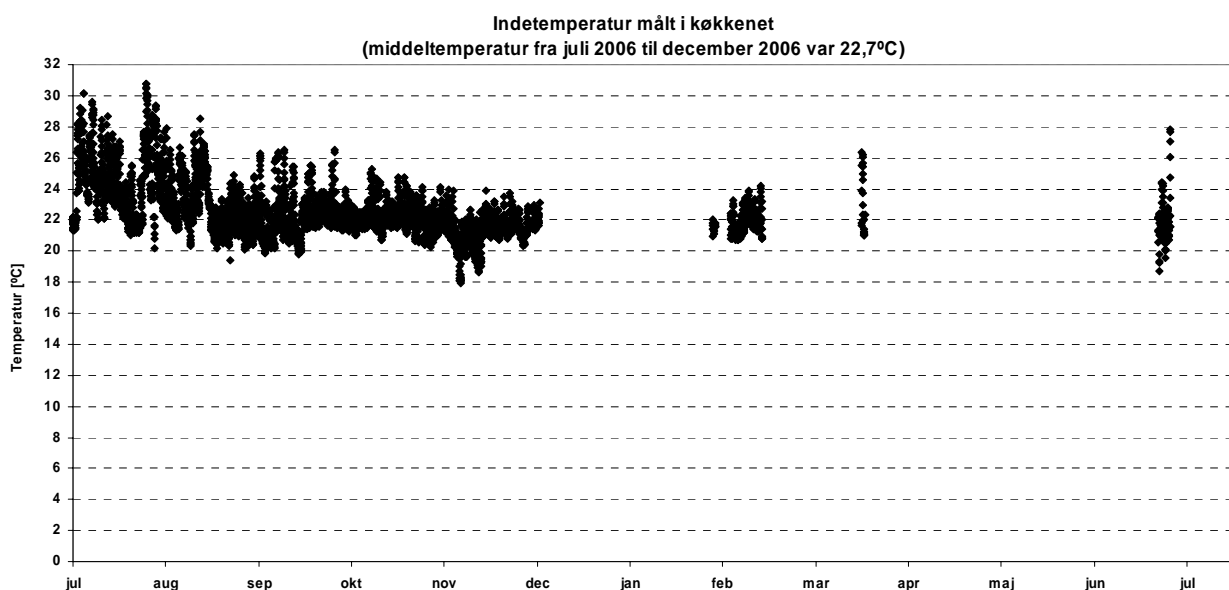
- | | |
|------------------|------------------------|
| ▪ Udetemperatur | (Fra DMI's hjemmeside) |
| ▪ Solindstråling | (ASIAQ) |

3 Præsentation af målinger

I det følgende præsenteres de opsamlede målinger af lavenergihusets ydeevne. Måleperioden er valgt fra 1. juli til 30. juni.

3.1 Indetemperatur

Som det fremgik af Figur 3 vil indetemperaturen i lavenergihusets påvirke energiforbruget til opvarmningen. Derfor er det interessant at se hvilket temperaturniveau, der har været indenfor i lavenergihuset gennem året. Figur 4 viser den målte indetemperatur i køkkenet gennem året.



Figur 4 Målt indetemperatur i køkkenet gennem år 2

Kommentarer til indetemperaturen

Som det også var tilfældet i det foregående år ses igen at indetemperaturen til tider kommer op på 28 °C – 30 °C, hvilket må forklares med stort solindfald fra vinduerne (muligvis i kombination med manglende ventilation og udluftning, hvis beboerne ikke har været hjemme).

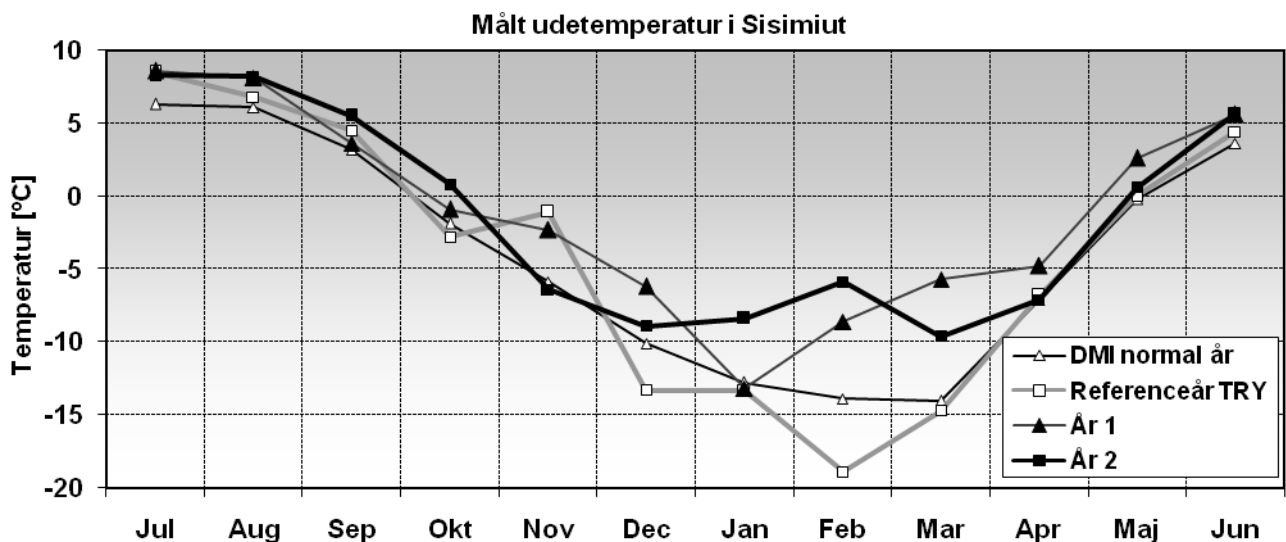
Gennemsnitstemperaturen i perioden juli – november var 22,7 °C, hvilket således skal tages med i analysen af det samlede energiforbrug til varme.

Det ses at der desværre i den sidste del af måleperioden har været flere længerevarende målersvigt, hvilket kan skyldes strømudfald fra elværket.

3.2 Udetemperaturen og gradtimetal

For at have et bedre sammenligningsgrundlag for lavenergihusets energiforbrug år for år er det nødvendigt at kende udetemperaturens forløb det pågældende år. Fra DMI's vejrarkiv kan disse data hentes for Sisimiut.

Udetemperaturmålingerne sammenlignes desuden med et referenceår (TRY), der er konstrueret til den detaljerede simulering af det årlige forventede varmebehov for lavenergihuset. Referenceåret er sammensat af de 12 "mest typiske" måneder, fundet ud fra en statistisk analyse af mindst 10 års målte vejrdata.



Figur 5 Målt udetemperatur i Sisimiut (år 2). DMI normal år fra www.dmi.dk, Data til referenceår (TRY) fra ASIAQ.

GRADTIMER

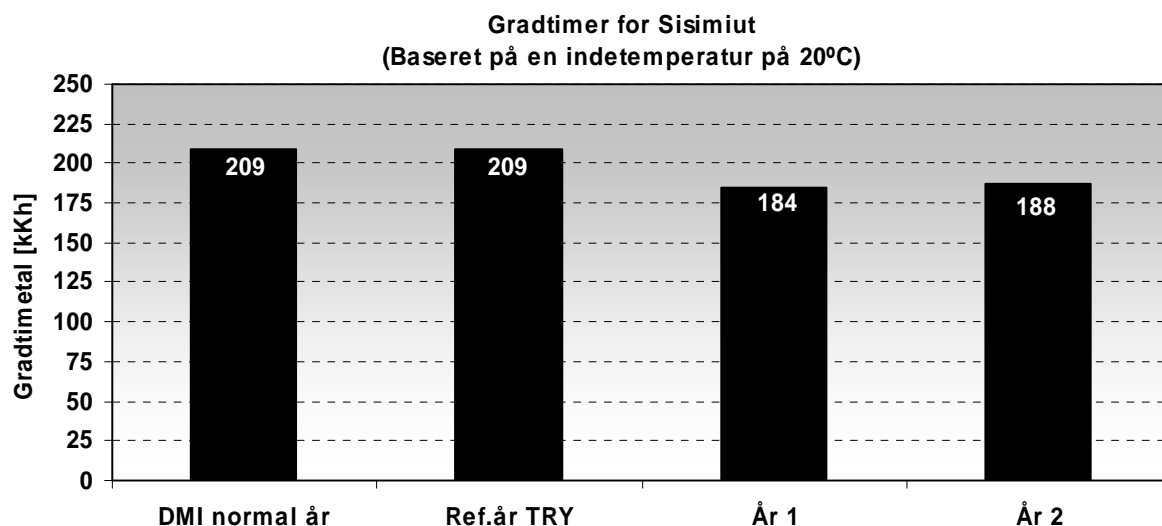
Baseret på én indetemperatur på 20°C er det månedlige gradtimetal udregnet som:

$$Gd_m = \sum (20 - T_{ude,m}) \cdot t_m, \quad (1)$$

hvor

Gd_m	antal gradtimer pr. måned	[Kh]
$T_{ude,m}$	månedens middel udetemperatur	[°C]
t_m	antal timer for den pågældende månede	[-]

Figur 6 viser det beregnede årlige totale gradtimetal. Værdierne er sammenlignet med DMI's normal år og referenceåret (TRY).



Figur 6 Beregnet gradtimal ved en indetemperatur på 20°C.

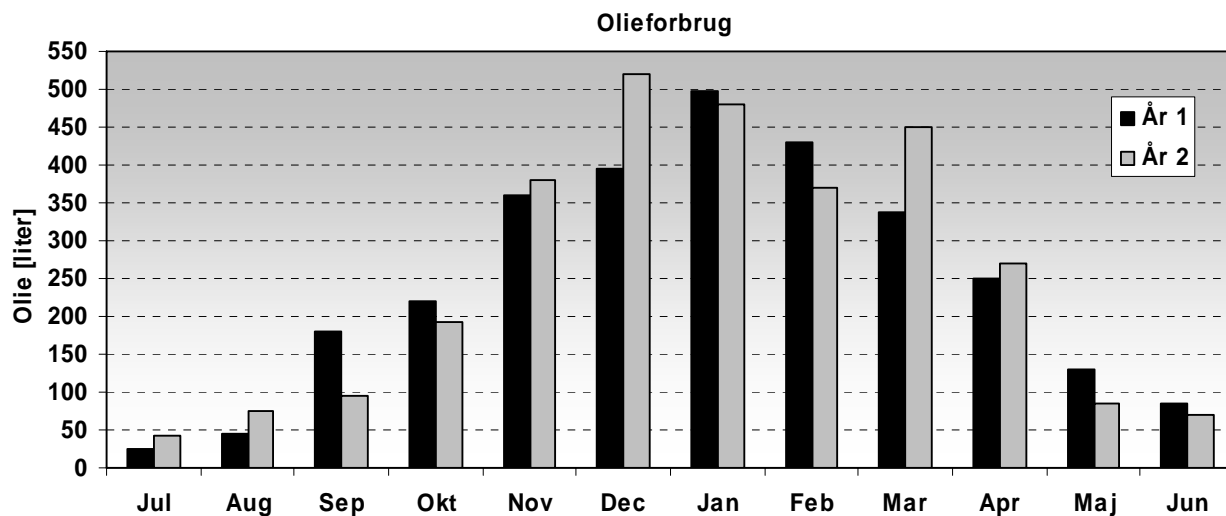
Kommentarer til udetemperaturen

Det ses at udetemperaturen har været noget højere i år 2 sammenlignet med normalåret og referenceåret. Det ses desuden at antallet af gradtimer er ca. det samme for år 1 og 2.

Det årlige realiserede varmebehov for lavenergihuset kunne derfor på den baggrund igen forventes at være mindre end det simulerede med referenceåret.

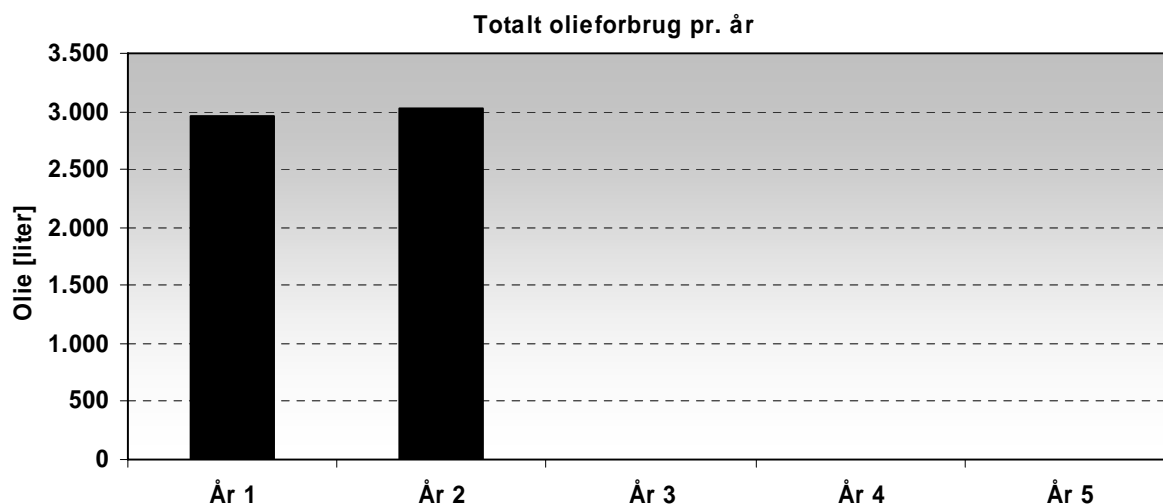
3.3 Olieforbrug

Figur 7 viser det målte olieforbrug fordelt på årets måneder.



Figur 7 Olieforbrugets fordeling gennem året

Figur 8 viser det totale årlige olieforbrug.



Figur 8 Sammenligning af olieforbruget år for år

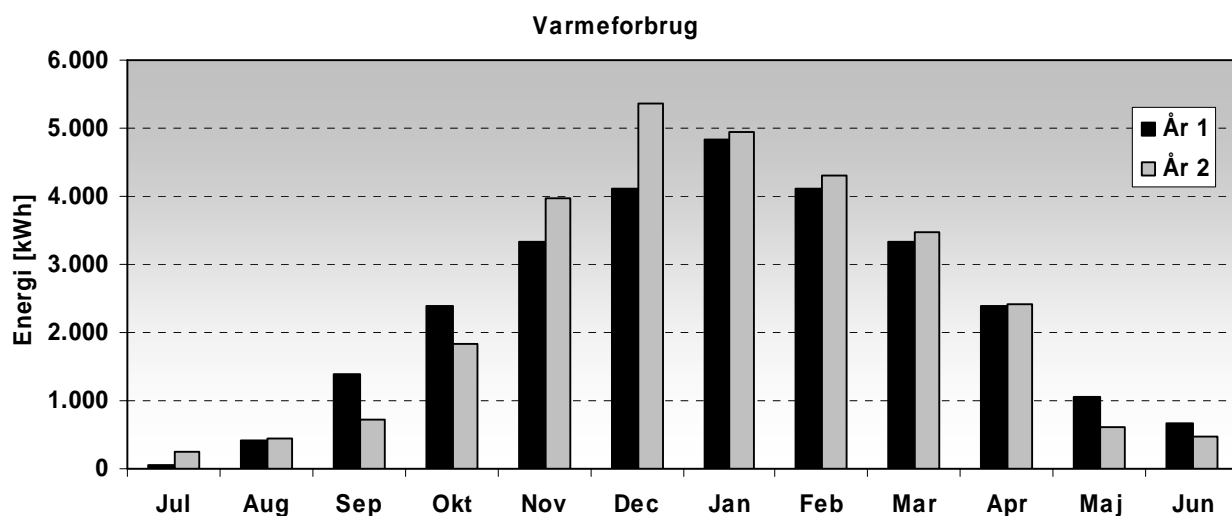
Kommentar til olieforbrug

Det ses at olieforbruget for år 2 igen ligger på ca. 3.000 liter. Olieforbruget dækker forbruget til opvarmning og varmt brugsvand.

Det ses at forbruget af olie i år 2 var højt i december og marts måned sammenlignet med år 1. Dette skyldes at december og marts var to relative kolde måneder.

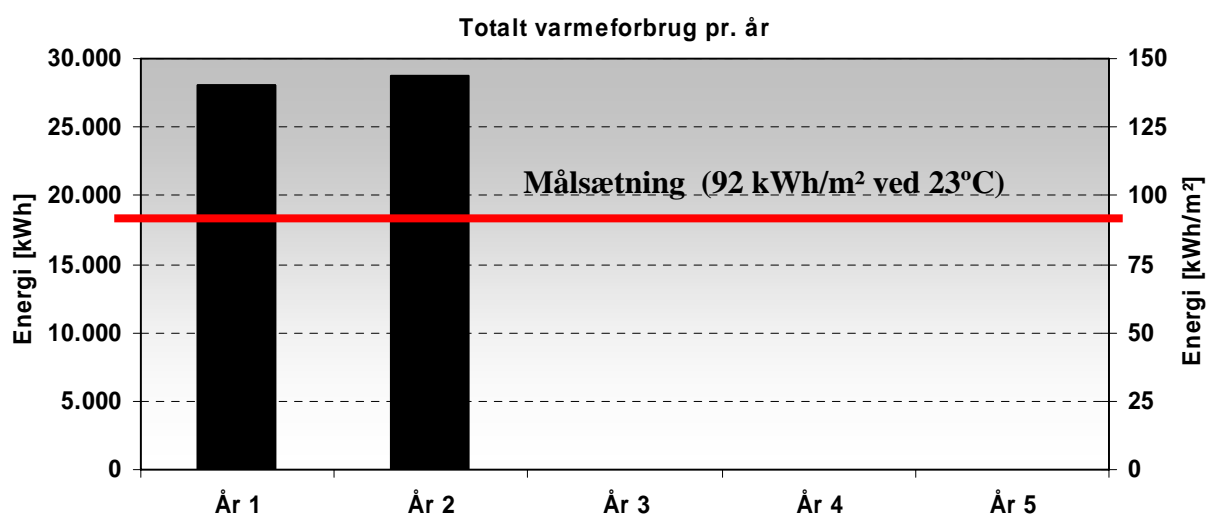
3.4 Varmeforbrug

Figur 9 viser det målte varmekonsum fordelt på årets måneder. Varmeforbruget er excl. varmt brugsvand.



Figur 9 Varmeforbrugets fordeling gennem året

Figur 10 viser en sammenligning af det årlige varmekonsum og målsætningen.



Figur 10 Sammenligning af varmekonsumet år for år

Kommentar til varmemeforbrug

Ligesom olieforbruget var varmemeforbruget til rumvarme (ca. 29.000 kWh/år) noget større end forventet. Varmeforbruget svarer til ca. 140 kWh/m², hvilket skal sammenlignes med et forventet forbrug på 92 kWh (ved en middelumtemperatur på ca. 23 °C jf. Figur 3 og Figur 4).

For at kunne opdele varmemeforbruget til gulvvarme og eftervarmeffladen i ventilationssystemet blev der indsat en ekstra energimåler. Denne supplerende måling viste at i april måned 2007 blev ca. halvdelen af den leverede varme fra fyret afsat i ventilationssystemets eftervarmefflade (1.163 kWh). Dette kan dels skyldes at VEX'en ikke har den forventede effektivitet og at eftervarmeffladen ikke er indstillet optimalt. Det samlede forbrug til varme i april måned 2007 var 2.415 kWh.

Nedenfor er vist en teoretisk beregning af energiforbruget til opvarmning af indblæsningsluften efter at denne har været gennem VEX'en. Følgende middelværdier er målt i april måned 2007:

Middel volumenstrøm af indblæsningsluft:	110 m ³ /h
Middel temperatur af indblæsningsluften efter VEX'en:	3 °C
Ønsket indblæsningstemperatur efter eftervarmefflade:	20 °C

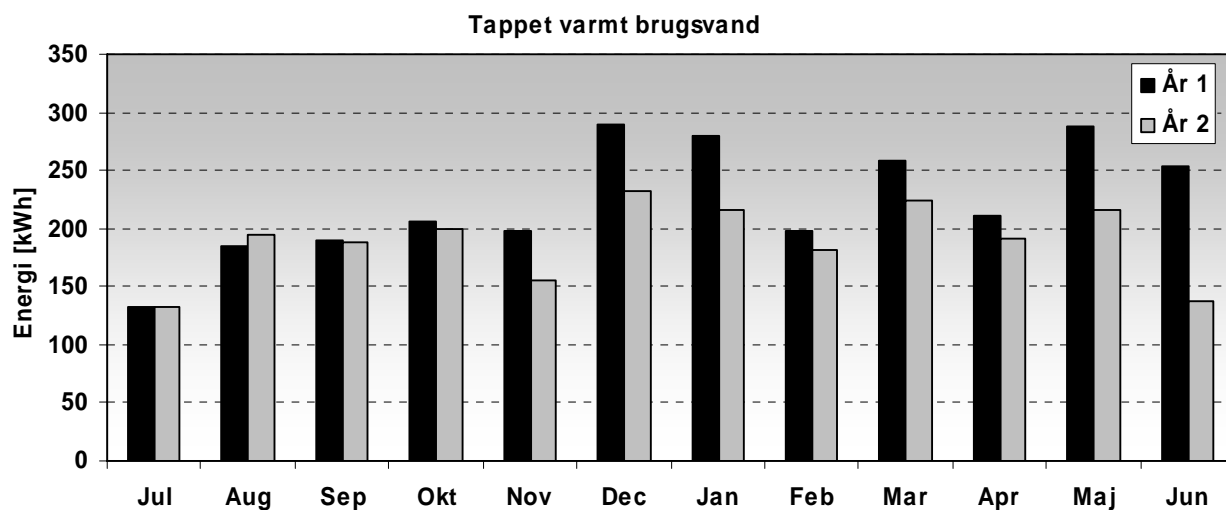
Energiforbrug til eftervarmeffladen for at hæve indblæsningstemperaturen til 20 °C:

$$Q = \frac{1,2 \text{ kg/m}^3 \cdot 1005 \text{ J/kgK} \cdot 110 \text{ m}^3/\text{h} \cdot (20 - 3) \text{ K}}{3600 \text{ s/h} \cdot 1000} \cdot 30 \text{ dg/md}_{\text{april}} \cdot 24 \text{ h/dg} \approx 450 \text{ kWh/md}_{\text{april}}$$

Målinger af forbruget til eftervarmeffladen i april måned 2007 viser et forbrug på 1.163 kWh. Dette tyder på at der er et relativt stort tab fra eftervarmeffladen. Desværre nyttiggøres dette tab ikke til husets opvarmning, da eftervarmeffladen er placeret i det uopvarmede loftrum.

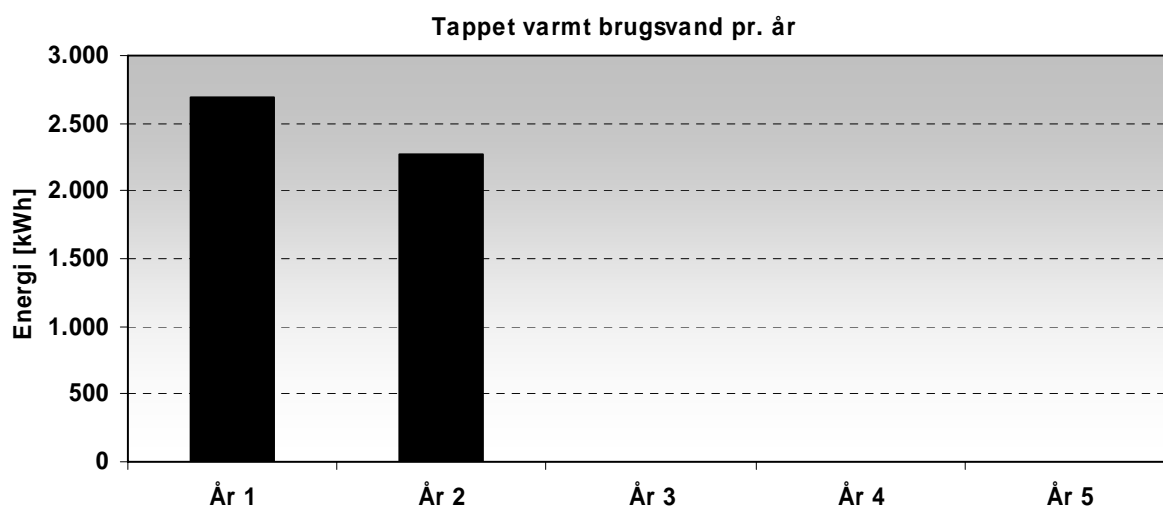
3.5 Varmtvandsforbrug

Figur 11 viser det målte energiforbrug til varmt brugsvand.



Figur 11 Målt energiforbrug til varmt brugsvand

Figur 12 viser det årlige energiforbrug til varmt brugsvand der er tappet fra varmtvandsbeholderen.



Figur 12 Årligt tappet energiforbrug til varmt brugsvand

Kommentarer til energiforbrug til varmt brugsvand

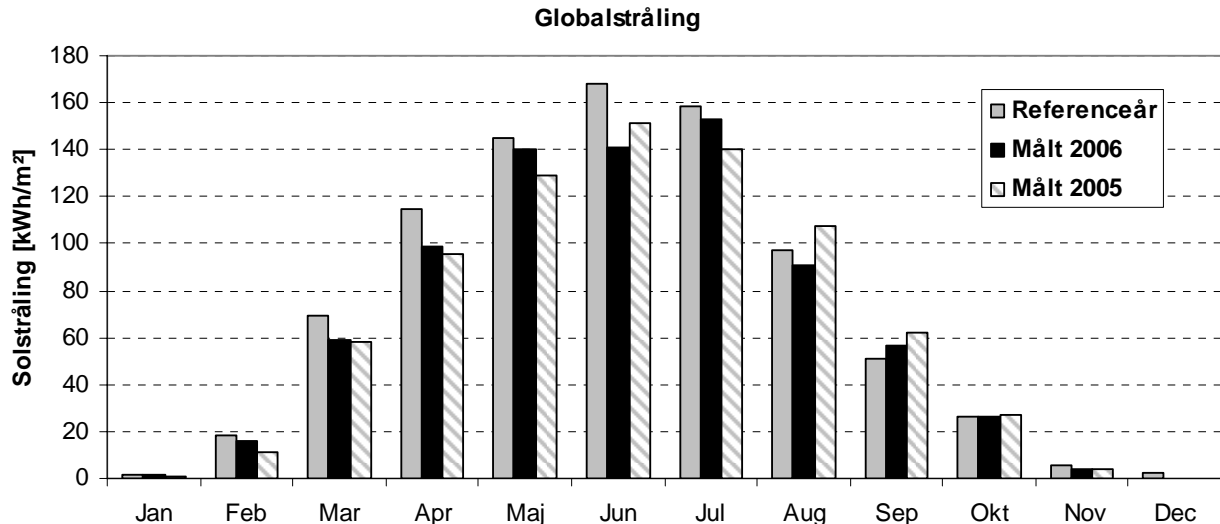
Sammenlignet med år 1 er der en tendens til et faldende forbrug, hvilket kan skyldes en ændring i antallet af beboere.

Et standard energiforbrug til varmt brugsvand ligger typisk på 1000 kWh/person². Et samlet energiforbrug til varmt vand til 2 voksne og 3 børn på ca. 2300 kWh er derfor flot.

² Kilde: www.rockwool.dk

3.6 Solindstråling i 2005 og 2006

Solindstrålingen har både betydning for solvarmeanlæggets ydelse og for opvarmningsbehovet, der reduceres på grund af solindfald gennem vinduerne. På Figur 13 ses en sammenligning af referenceårets globalstråling (målt på vandret) og en måling foretaget af ASIAQ /2/.



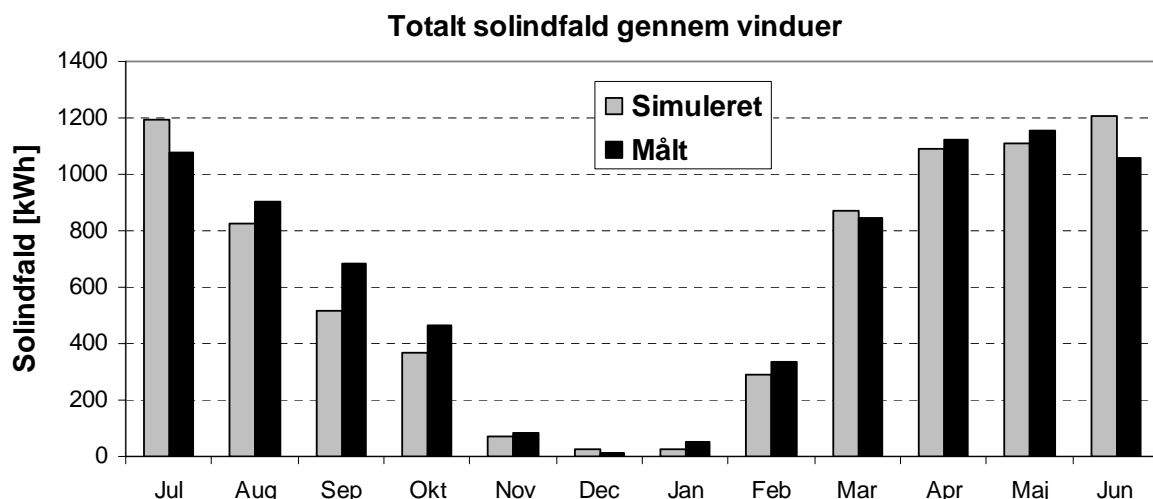
Figur 13 Sammenligning af referenceårets globalstråling og den målte globalstråling i 2005 og 2006.

Solindstrålingen lodret mod Syd, Øst, Vest og Nord måles desuden også af Asiaq hver 5 minut. Disse data er benyttet til at lave en analyse af solindfaldet gennem vinduerne måned for måned. Hvert vindue er medtaget med dets orientering, areal og g-værdi til beregning af det transmitterede solindfald, som vist nedenfor:

$$\text{Simuleret} = Q_{\text{sol,referenceår}} \cdot A_{\text{vindue}} \cdot g_v$$

$$\text{Målt} = Q_{\text{sol,målt}} \cdot A_{\text{vindue}} \cdot g_v$$

Figur 14 viser solindfaldet fra reference simuleringen sammenlignet med det målte/beregnete.



Figur 14 Samlet solindfald gennem vinduerne i lavenergihuset. **Simuleret** solindfald fra referencesimuleringen med Bsim modellen og det **målte** beregnet ud fra målte totalstrålinger på lodrette flader mod Syd, Øst, Vest og Nord.

Kommentarer til solindfald gennem vinduer

Solindfaldet er i år 2 ikke blevet analyseret nærmere. Nedenfor gengives forrige års kommentarer:

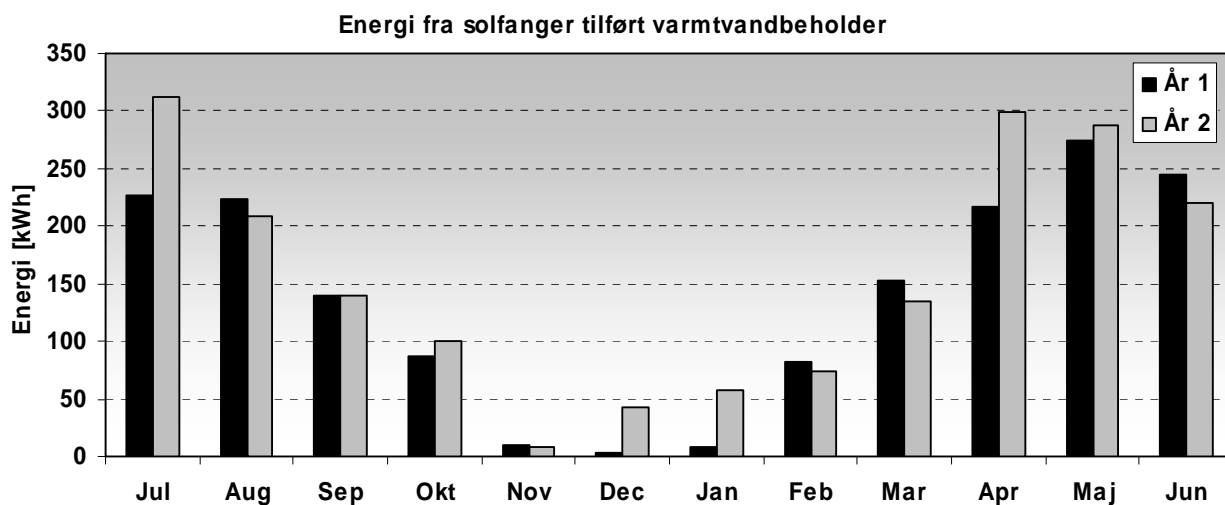
Kommentar fra år 1:

Globalstråling ses at være nogenlunde ens for referenceåret og det målte.

Det ses at solindfaldet gennem vinduerne (simuleret og målt) ikke er helt ens, men dog alligevel i en passende størrelses orden. Årsagen til forskellen mellem det målte og det simulerede solindfald skyldes bl.a. at solindstrålingen i referenceåret og det målte er forskellige grundet årsvariationen.

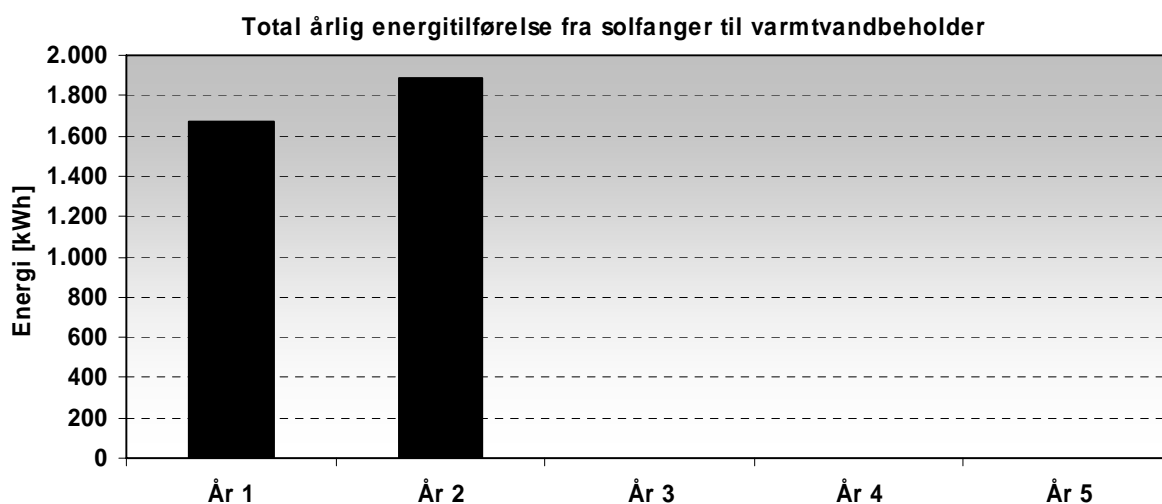
3.7 Solvarme

Den årlige forventede ydelse for solvarmeanlægget afhænger af varmtvandsforbruget. I /3/ er nettoydelsen ved et varmtvandsforbrug på ca. 3000 kWh beregnet til ca. 1700 kWh.



Figur 15 Energi tilført fra solfangerne til varmtvandsbeholder

Figur 16 viser den årlige energitilførelse fra solfangerne til varmtvandsbeholderen



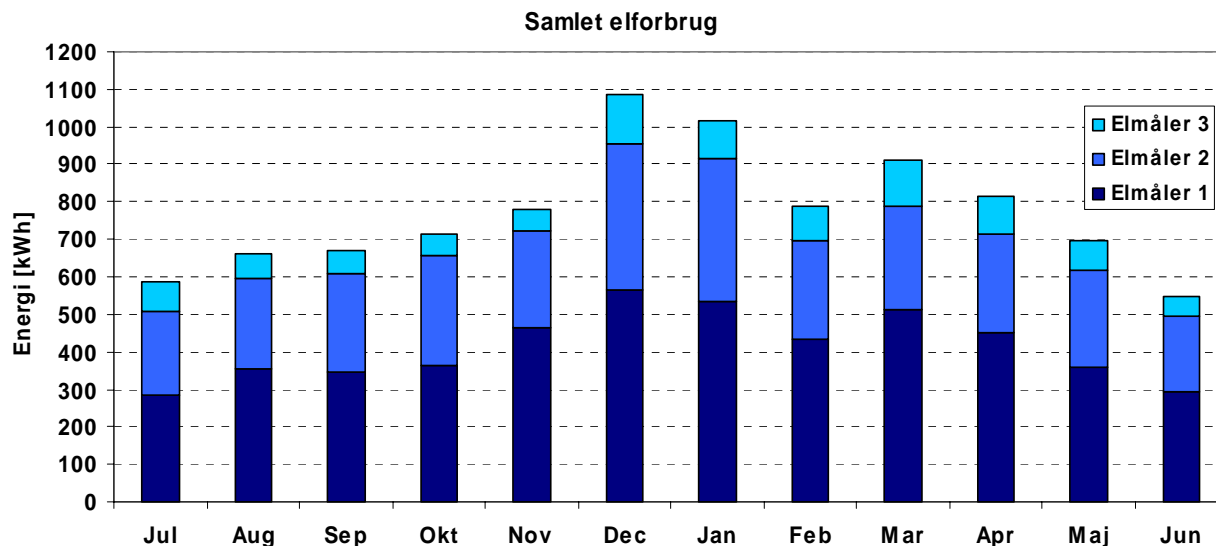
Figur 16 Samlet årlig energitilførelse fra solfanger til varmtvandsbeholder

Kommentarer til solvarmesystemet

Solvarmeanlæggets styresystem er igen blevet justeret i løbet af år 2. Solvarmeanlæggets ydelse i måleår 2 har været højere end det forventede (1.700 kWh). Dog tyder målingerne fra december og januar på, at der kan være selvcirkulation i anlægget, da disse målinger burde vise et nul. Den samlede årlige ydelse i år 2 er derfor lidt usikker og skal muligvis reduceres til sammen niveau som i år 1. Driften af anlægget tyder på fungere tilfredsstillende trods mange strømsvigt.

3.8 Elforbrug

Figur 17 viser det månedlige elforbrug gennem året. Lavenergihuset har to elmålere der logger forbruget i hver af de to boliger og én elmåler, der logger forbruget i teknikrummet og andet fælles elforbrug.



Figur 17 Elforbrugets fordeling gennem året

Kommentar til elforbrug

Det samlede årlige elforbrug er på ca. 9.300 kWh, hvilket er relativt højt for en bolig. Et typisk elforbrug i Danmark for en familie i et parcelhus ligger på ca. 4.000 – 5.000 kWh/år.

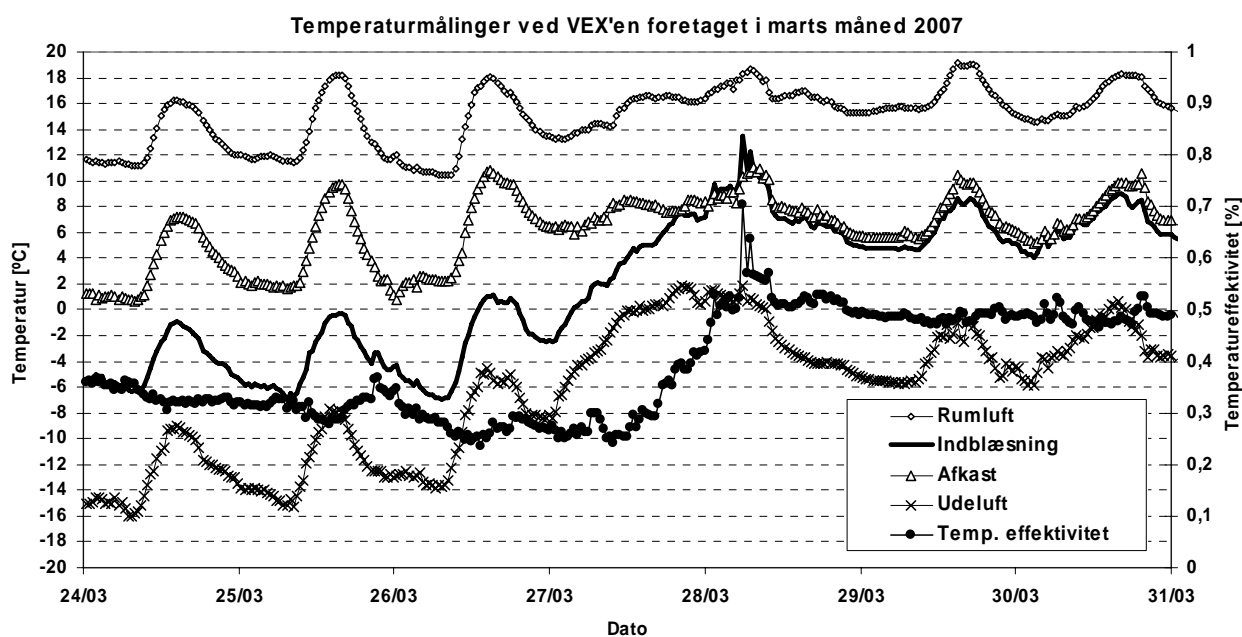
Det skal dog medtages i betragtningen at elforbruget til ventilatorer, pumper mm. til ventilation og solvarme er inkluderet i det målte elforbrug. Korrigeres for disse fås alligevel et elforbrug på ca. 7.600 kWh.

Estimerede årlige elforbrug til installationer:

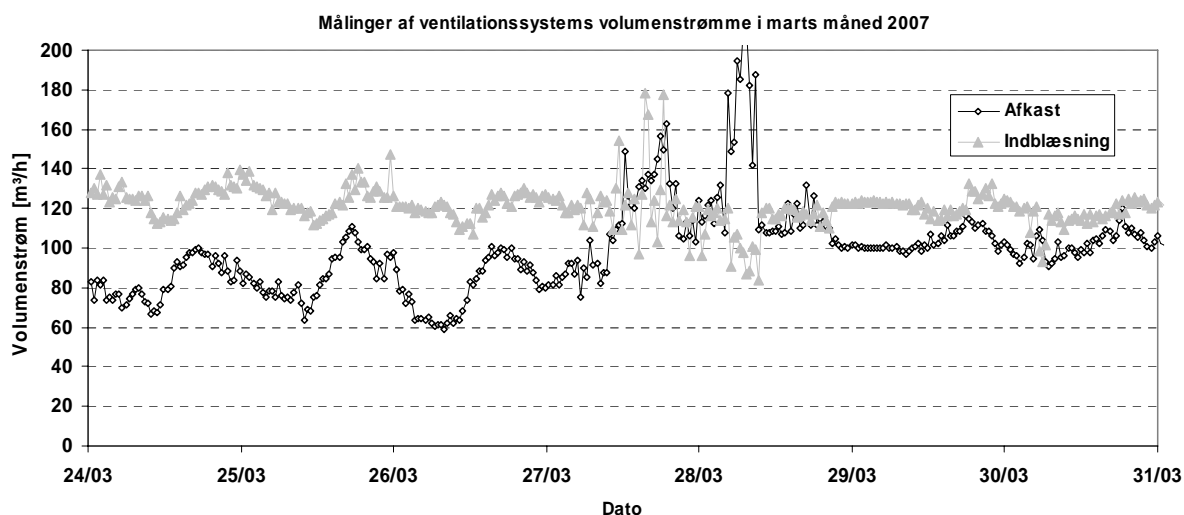
Ventilatorer:	500 kWh
Elradiator, VEX-kasse (400 W)	350 kWh
UPS, Måle PC mm.	700 kWh
Solvarme (styring pumpe)	150 kWh
Total:	1.700 kWh

3.9 Ventilation

Ventilation af en bolig i et koldt klima er både energiforbrugende og problematisk, da det ofte resulterer i trækgener for beboerne. For at reducere energiforbruget kan der benyttes et varmegenvindingssystem (VEX), der udnytter energien i den varme afkastluft til opvarmning af den kolde indblæsningsluft. I meget kolde klimaer fryser et standard varmegenvindingssystem dog hurtigt til pga. den fugtige rumluft, der omdannes til rim i varmeveksleren. I lavenergihusets er der derfor lavet en prototype på en VEX med en afrimningsfunktion. Figur 18 og Figur 19 viser én uges målinger (24/03-07 til 31/03-07) af hhv. lufttemperaturer og volumenstrømme i ventilationssystemet. Målingerne er foretaget i ventilationskanalerne tæt ved VEX'en.



Figur 18 Målte temperaturer umiddelbart før og efter VEX'en.



Figur 19 Måling af ventilationssystemets volumenstrømme på afkast- og indblæsningssiden

Kommentar til ventilationssystemet

Det bemærkes af Figur 18 at temperaturen af rumluften umiddelbart før veksleren er væsentlig lavere end temperaturen i fx køkkenet, hvilket vil sige, at der er et stort varmetab gennem ventilationskanalerne frem til VEX'en. Dette ses også ved, at de svingninger der er i rumtemperaturen målt før VEX'en, i høj grad svarer til udetemperaturens svingninger.

Perioden fra d. 24. til 30. marts er udvalgt fordi denne viser, hvordan VEX'en reagerer på en udetemperaturstigning fra ca. -16°C til ca. 0°C . Det er tydeligt at i starten af perioden, hvor det er koldt, ligger volumenstrømmen på indblæsningssiden næsten konstant, hvorimod den på afkastsiden har et forløb svarende til udetemperaturens svingning. I slutningen af perioden, hvor det er varmere, ses en mere stabil volumenstrøm på afkastsiden. Midt i perioden ses lidt kaotiske data, der kan tolkes som optøningsfasen, hvor is og vand skal føres ud af VEX'en. Den beregnede temperatureffektivitet er for den kolde periode ca. 30 %, hvilket indikerer at VEX'en langt fra yder optimalt. Den forventede effektivitet var ca. 80 %. Årsagen til den lavere målte effektivitet kan være indvendig tilisning i vekslerne, der bevirker at de interne spjæld ikke lukker 100 %, hvorved selve veksleren bypasses. Dette underbygges af at temperatureffektiviteten stiger til ca. 50 % i den varme periode.

I sommeren og efteråret 2006 blev der bygget en isolerende kasse rundt om VEX'en med indbygget elpanel, således at tilisning i løbet af vinteren skulle kunne undgås. Tilsyneladende har dette tiltag ikke løst problemet og der vil derfor blive arbejdet på at analysere hvorfor. Sandsynligvis er forklaringen at den isolerende kasse, der er bygget rundt om veksleren, ikke er konstrueret med et hulrum mellem VEX'ens sider og den supplerende isolering. Derved kan den opvarmede luft fra elpanelet ikke cirkulere rundt på alle vekslerens sider, hvilket er kritisk ud for de kolde zoner, der er i VEX'ens indre.

Målingerne viser desuden stadig at anlægget ikke er indreguleret helt tilfredsstillende, idet indblæsningen skal være mindre end afkastluften for at skabe et svagt undertryk i huset. (Dette kan bl.a. forhindre at der trænger fugt ud i konstruktionerne). Der er iværksat en justering af dette som vil blive foretaget i løbet af efteråret 2007.

4 Husets energibalance og varmetabskoefficient

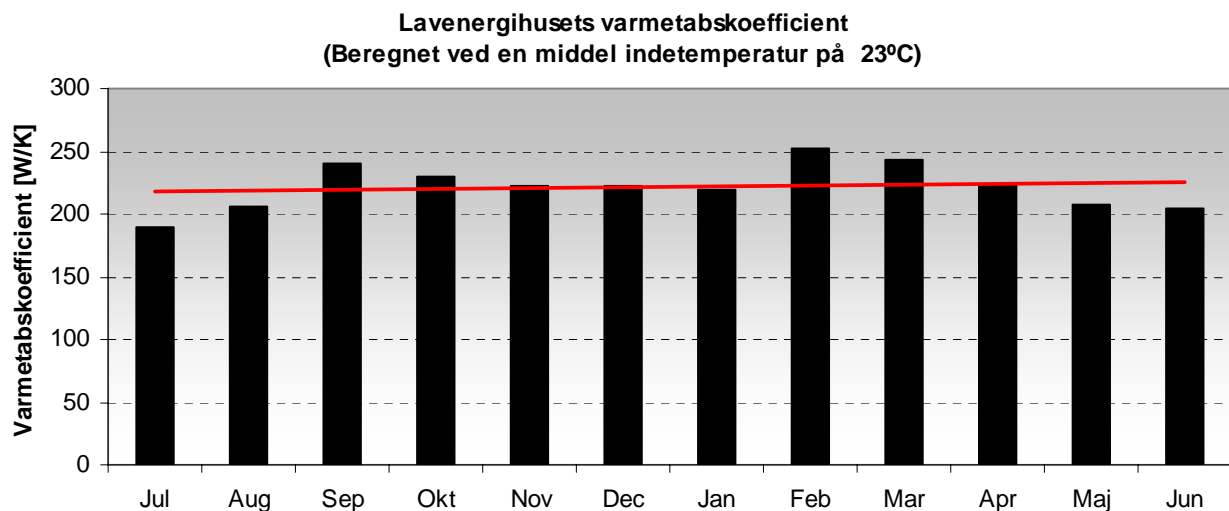
Nedenfor er huset varmetabskoefficient (UA) i enheden [W/K] udregnet på baggrund af målinger og estimerede værdier for solindfald og intern varmelast fra personer.

Følgende energibalance kan opstilles for huset:

$$\left. \begin{array}{l} Q_{\text{tab}} = Q_{\text{varme}} + Q_{\text{el}} + Q_{\text{solindfald}} + Q_{\text{personer}} \\ Q_{\text{tab}} = (U \cdot A) \cdot G \end{array} \right\} \Rightarrow (U \cdot A) = \frac{Q_{\text{varme}} + Q_{\text{el}} + Q_{\text{solindfald}} + Q_{\text{personer}}}{G} \quad [\text{W/K}] \quad (2)$$

Q_{varme}	måledata fra Keepfocus's hjemmeside	[kWh]
Q_{el}	måledata fra Keepfocus's hjemmeside	[kWh]
$Q_{\text{solindfald}}$	Målt solindstråling og beregnet solindfald	[kWh]
Q_{personer}	beregnet efter SBI 213 ($1,5 \text{ W/m}^2 \cdot 197 \text{ m}^2$)	[kWh]
$(U \cdot A)$	husets varmetabskoefficient	[W/K]
G	gradtimetal (svarende til ΔT)	[kKh]

Figur 20 viser den beregnede varmetabskoefficient for huset ved brug af formel (2).



Figur 20 Beregnet varmetabskoefficient for lavenergihuset måned for måned

Kommentar til husets varmetabskoefficient

Denne del er ikke opdateret for måleår 2

Kommentarer fra år 1:

Det ses at gennemsnittet for husets varmetabskoefficient ligger på ca. 220 W/K, hvilket er en relativ høj værdi. Forskellige tiltag foretaget i sommeren 2006 vil forhåbentligt kunne mindske lavenergi-husets varmetabskoefficient.

5 Kommentarer til lavenergihusets ydeevne år 2

Lavenergihuset generelt

Som følge af første års målinger blev der iværksat nogle supplerende målinger til at afdække hvorfor lavenergihuset bruger mere energi til rumopvarmning end forventet. Målingen af varmekonsumet blev opdelt i to til hhv. gulvvarme og ventilationsanlæggets eftervarmeplade. Dette viste at ca. halvdelen af varmen tilføres via ventilationsluften, hvilket ikke var hensigten. Da ventilationsrørene ligger i det uopvarmede loftrum og samtidigt har en isoleringstykkelse på kun 50 mm, tabes meget af varmen her og kommer således ikke til gavn i selve boligen. Der foretoges en overslagsmæssig beregning af det samlede varmetab, hvilket viser et tab på ca. 4.000 kWh pr. år. Hertil kommer varmetab fra selve eftervarmepladeenheden og de supplerende varmerør (frem og retur). Desværre er det ikke umiddelbart muligt at ændre på selve placeringen af ventilationskanalerne således at de føres under loftisoleringen. Hvad der kan gøres for at mindske dette uheldige varmetab vil blive analyseret nærmere i løbet af måleår 3.

Ventilationsanlæggets funktion

Der arbejdes fortsat på at få ventilationsanlægget (Vex'en) til at yde bedre. Den målte temperatur-effektivitet (50 %) er noget lavere end forventet (80 %). Det forventes at en bedre indregulering af flowene bl.a. vil øge effektiviteten. Indreguleringen forventes foretaget i løbet af efteråret 2007.

Solvarmeanlæggets funktion

Solvarmeanlægget har i måleår 2 generelt ydet tilfredsstillende. Dog er solvarmestyringen blevet justeret et par gange. Der er desuden registreret nogle målinger der kunne tyde på selvirkulation i anlægget, hvilket ikke er hensigtsmæssigt, da det øger varmetabet. Dette skal analyseres nærmere. Solvarmeanlægget har dog alt i alt ydet meget tilfredsstillende.

Vinduernes tilstand

Ingen bemærkninger

6 Lavenergihusets tekniske dagbog

Nedenfor er anført tidspunkter for væsentlige ændringer, der har betydning for registreringen af lavenergihusets ydeevne.

Dato	Beskrivelse
April 2005	Indvielses af lavenergihuset
16. Jan 2006	Tre elmålere koblet til keepfocus systemet
Marts 2006	Isolering af rør i teknikrum
August 2006	Indregulering af solvarmeanlæg
August 2006	Logning af ventilation ude af drift
Oktober 2006	Isoleret kasse rundt om veksler
November 2006	Måling af differenstryk i ventilator og af lufttemperatur i ind- og udtag ved vex'en. Målingerne foretages med en HOBO datalogger
Forår 2007	Logning af Sensirionfølere ude af drift i lange perioder.
1 juli. 2007	1. lejer af lavenergihuset fraflyttet

7 Referencer

- /1/ Lavenergihus i Sisimiut: Beregnet varmebehov, BYG·DTU, R103, 2004, Kragh, J.
- /2/ ASIAQ, P.O. Box 1003, DK-3900, Nuuk, Greenland.
- /3/ Lavenerghuse i Sisimiut: Solvarmeanlæg. Baggrund og forslag, , BYG·DTU, SR 02-22, 2002, Furbo, S.